

**No English title available.**

Patent Number: DE19956598  
 Publication date: 2001-06-13  
 Inventor(s): BOECKING FRIEDRICH (DE)  
 Applicant(s): BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
 Requested Patent: ☐ DE19956598  
 Application Number: DE19991056598 19991125  
 Priority Number(s): DE19991056598 19991125  
 IPC Classification: F16K31/02; F15B13/02; F02M47/00; F02M63/00  
 EC Classification: F02M45/04, F02M45/06, F02M45/08, F02M47/02D, F02M47/04B, F02M57/02C2, F02M59/10C, F02M59/46E2, F16K31/00E3, F02M63/02C  
 Equivalents: EP1235980, HU0203401, JP2003515047T, ☐ WO0138720

**Abstract**

The invention relates to a valve for controlling liquids, comprising a first valve element (6), which controls the impingement of a pressure upon a high-pressure chamber (15), a control element (3), which controls the actuation of the first valve element (6) and a second valve element (8), which controls the impingement of a pressure upon a valve member (26). According to the invention, the control element (3) is configured as a piezo actuator and also controls the actuation of the second valve element (8).

Data supplied from the [esp@cenet](http://esp@cenet.com) database - I2

**This Page Blank (usp10)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 56 598 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 16 K 31/02**  
F 15 B 13/02  
F 02 M 47/00  
F 02 M 63/00

②1 Aktenzeichen: 199 56 598.8  
②2 Anmeldetag: 25. 11. 1999  
④3 Offenlegungstag: 13. 6. 2001

DE 199 56 598 A 1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Boecking, Friedrich, 70499 Stuttgart, DE

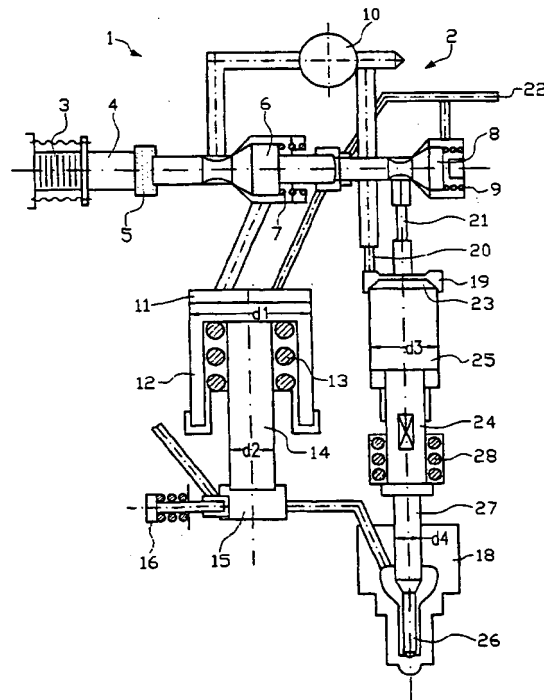
⑤6 Entgegenhaltungen:  
US 57 38 071  
EP 04 77 400 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten

⑤7 Es wird ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten vorgeschlagen, welches ein erstes Ventilelement (6), welches die Druckbeaufschlagung eines Hochdruckraumes (15) steuert, ein Steuerelement (3), welches die Betätigung des ersten Ventilelementes (6) steuert und ein zweites Ventilelement (8) aufweist, welches die Druckbeaufschlagung eines Ventiliertes (26) steuert. Hierbei ist das Steuerelement (3) als Piezoaktor ausgebildet und steuert zusätzlich die Betätigung des zweiten Ventilelementes (8).



DE 199 56 598 A 1

Die Erfindung betrifft ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten gemäß der Gattung des Patentanspruches 1.

In der EP 0 477 400 A1 ist ein heute übliches Ventil beschrieben. Dort ist in einer Stufenbohrung des Ventilgehäuses ein Betätigungskolben des Ventiliertes in einen Teil der Stufenbohrung mit kleinem Durchmesser verschiebbar angeordnet. Ein durch einen Piezoaktor bewegbarer größerer Kolben ist in einem Teil der Stufenbohrung mit größerem Durchmesser angeordnet. Zwischen den beiden Kolben ist ein mit einem Druckmedium gefüllter hydraulischer Druckraum ausgebildet, so daß eine hydraulische Übersetzung einer Bewegung des Piezoaktors erfolgt. D. h., wenn der größere Kolben durch den Piezoaktor um eine bestimmte Wegstrecke bewegt wird, macht der Betätigungskolben des Ventiliertes einen um das Übersetzungsverhältnis der Kolbendurchmesser vergrößerten Hub, da der Kolben des Piezoaktors eine größere Fläche als der Betätigungskolben des Ventiliertes aufweist. Dabei liegen das Ventiliertes, der Betätigungskolben des Ventiliertes, der durch den Piezoaktor bewegte Kolben und der Piezoaktor auf einer gemeinsamen Achse hintereinander. Ferner ist aus der gattungsbildenden Druckschrift US 5,738,071 ein hydraulisch betätigter Kraftstoffinjektor mit einem Injektorgehäuse bekannt, welcher einen Hydraulikfluideinlaß sowie eine Nadel-Steuerkammer aufweist. Eine hydraulische Einheit innerhalb des Injektors führt Kraftstoff dem Injektorgehäuse unter Druck zu. Die Hydraulikeinheit umfaßt ein elektromagnetisch betätigtes Steuerventil für das Hydraulikfluid und kann den Hydraulikfluideinlaß öffnen und schließen. Ein Nadelventilelement umfaßt eine dem Druck der Nadelstaukammer ausgesetzte hydraulische Schließfläche. Zusätzlich ist ein den Elektromagneten einsetzendes Nadelstauventil vorgesehen, welches im Injektorgehäuse montiert ist und die Nadelstaukammer mit einer Hochdruckfluidquelle verbinden bzw. davon absperren kann. Hierbei ermöglicht das langsame Ansprechverhalten des Hydraulikfluid-Steuerventils eine direkte Steuerung des schnell ansprechenden Nadelventils durch den einzig eingesetzten schnell wirkenden Elektromagneten.

Dieses System ist jedoch insofern nachteilig, als nur die Steuerdruckseite gesteuert wird. D. h., um bei einem solchen System, das einen hohen Wirkungsgrad darstellt und den Hochdruck nur sehr lokal erzeugt, eine kleine Voreinspritzmenge darstellen zu können, ist ein zweites Steuerelement auf der Hochdruckseite nötig. Zwei derartige Steuerelemente sind jedoch in der Energiebilanz des Steuergeräts sehr kritisch anzusehen.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Ventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß durch die Ansteuerung der beiden Steuerelemente durch den Piezoaktor nur einmalig dem System Strom zugeführt werden muß, so daß die Energiebilanz in Richtung eines niedrigen Stromverbrauches optimiert werden kann. Der Einsatz eines einzigen Steuerelementes als Ablaufsteuerung bedingt aber auch einen einfachen Aufbau und somit einen kleineren Wartungs- und Kostenrahmen des gesamten Systems.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltungsform sind das erste und zweite Ventilelement in Reihe geschaltet, wodurch der Platzbedarf der drei Komponenten, d. h. des Piezoaktors als auch der ersten und zweiten Steuerelemente auf

ein Minimum reduzierbar ist, da das erste Steuerelement als Betätigungsorgan des zweiten Ventilelementes dient. Folglich ist kein zusätzliches Betätigungselement zwischen Piezoaktor und zweitem Ventilelement nötig.

Vorteilhaft ist zwischen dem ersten und zweiten Ventilelement ein Spalt vorgesehen. Hierdurch kann zuerst das erste Ventilelement und dann das zweite Ventilelement geschaltet werden. Mit anderen Worten, es ist eine Schaltung des ersten Ventilelementes ohne gleichzeitige Schaltung des zweiten Ventilelementes möglich.

Bevorzugt ist zwischen dem ersten Ventilelement und dem Hochdruckraum ein erster Steuerraum angeordnet, welcher durch Druck von einem Steuerrail beaufschlagbar ist. Der Steuerraum ermöglicht hierbei eine adäquate Übertragung eines über das erste Ventilelement aufgebrachten Druckes auf den Hochdruckraum. Hierbei kann der erste Steuerraum eine Druckübersetzung vom Steuerrail zum Hochdruckraum durchführen. D. h., je nach Anforderungen kann der durch das Steuerrail vorgegebene Druck mit einem geeigneten Übersetzungsverhältnis, etwa von 1 : 3 auf den Hochdruckraum übertragen werden. Natürlich ist der Übertragungsgrad, je nach den zu erfüllenden Anforderungen frei wählbar.

Um in dem ersten Steuerraum auch eine Druckverminderung herbeiführen zu können, ist der erste Steuerraum in vorteilhafter Weise mit einem durch das erste Ventilelement zu öffnenden bzw. verschließbaren Leckölkanal verbunden. Somit kann je nach Stellung des ersten Ventilelementes ein hoher Druck im ersten Steuerraum und folglich im Hochdruckraum erzeugt bzw. der Druck im Steuerraum und damit im Hochdruckraum entspannt werden.

Bei einer weiteren besonders vorteilhaften Ausgestaltungsform ist zwischen dem zweiten Ventilelement und dem Ventiliertes ein zweiter Steuerraum angeordnet, welcher wiederum durch Druck von dem Steuerrail beaufschlagt ist. Hierdurch können beide Steuerräume mit dem gleichen, im Steuerrail existenten Druck beaufschlagt werden.

Analog dem ersten Steuerraum ist der zweite Steuerraum mit einer Auslaßdrossel verbunden, welche durch das zweite Ventilelement geöffnet bzw. geschlossen wird. Dies ermöglicht das Variieren des Druckes im zweiten Steuerraum und damit die Druckaufbringung auf das Ventiliertes.

Vorzugsweise ist bei dem erfindungsgemäßen Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten das Steuerrail mit einer dezentralen Steuerdruckpumpe verbunden, wodurch sich je nach Anforderung an das System die Möglichkeit bietet, lediglich das erfindungsgemäße Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten auszutauschen, jedoch die gleiche dezentrale Steuerdruckpumpe beizubehalten. Auch ermöglicht die Trennung zwischen dem eigentlichen Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten und der dezentralen Steuerdruckpumpe eine bessere Raumaussnutzung im Hinblick auf die jeweiligen Montagebedingungen.

Vorzugsweise ist/sind der erste Steuerraum und/oder zweite Steuerraum als hydraulische Übersetzer ausgebildet. Hydraulische Übersetzer sind mit unterschiedlichsten Dimensionierungen und Übersetzungsverhältnissen kostengünstig erhältlich und führen zusätzlich zu einem einfachen Aufbau des gesamten Ventils.

#### Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Das Ausführungsbeispiel wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Kraftstoffeinspritzventils gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt der Anordnung des ersten und zweiten Steuerventils gemäß Fig. 1; und

Fig. 3 in Diagrammform das Zusammenwirken zwischen der Schaltstellung des Piezoaktors, dem Druck an der Düse sowie dem Düsenhub.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel findet das erfindungsgemäße Ventil Anwendung in einem Kraftstoffeinspritzsystem, bei dem die Einspritzpumpe und die Einspritzdüse eine Einheit bildet (sogenannte Pumpe-Düse-Einheit (PDE)). Ein derartiges Einspritzsystem ist in Fig. 1 wiedergegeben. Das Einspritzventil 1 besteht aus einer nicht dargestellten dezentralen Pumpeneinheit und einer Steuereinheit 2. Die Steuereinheit 2 umfaßt einen in einem nicht dargestellten Gehäuse angeordneten Piezoaktor 3 mit einem Kolben 4, der mittels hydraulischer Übersetzung 5 ein Pumpen-Steuerventil 6 ansteuert.

Hierbei ist das Pumpen-Steuerventil 6 in Fig. 1 über eine Feder 7 in die geschlossene Stellung des Pumpen-Steuerventils 6 vorgespannt. An das Pumpen-Steuerventil 6 schließt sich in Fig. 1 in Reihe ein Injektor-Steuerventil 8 an, welches wiederum durch eine Feder 9 in die geschlossene Stellung vorgespannt ist. Hierbei ist zwischen dem Pumpen-Steuerventil 6 und dem Injektor-Steuerventil 8 ein Spalt hv ausgebildet. Dessen Wirkungsweise wird später beschrieben.

Das Pumpen-Steuerventil 6 ist in Fig. 1 einerseits mit dem Steuerrail 10 und andererseits mit einem ersten Steuerraum 11 hydraulisch verbunden. An den Steuerraum 11 schließt sich in Fig. 1 nach unten ein Kolben 12 an, der mittels einer Feder 13 in den Steuerraum 11 vorgespannt ist. Zusätzlich ist der Kolben 12 mit einem zentralen Kolben 14 ausgebildet, der in einen Hochdruckraum 15 mündet. Hierbei wirken der Steuerraum 11 nebst Kolben 12, 14 als Hochdruckpumpe.

Der Hochdruckraum 15 ist mit einem allgemein bekannten Zulaufventil 16 ausgebildet, welches den Zulauf 17 des Kraftstoffes in den Hochdruckraum 15 steuert. Schließlich ist noch der Hochdruckraum 15 in Fig. 1 mit einer in bekannter Form aufgebauten Düse 18 verbunden.

Neben der Verbindung des Steuerrails 10 mit dem Pumpen-Steuerventil 6 ist das Steuerrail 10 auch mit dem zweiten Steuerraum 19 über eine Zulaufdrossel 20 verbunden. Der Steuerraum 19 weist hierbei eine Auslaßdrossel 21 auf, die in das Injektor-Steuerventil 8 mündet und bei entsprechender Stellung dieses Steuerventils 8 einen Abfluß in einen Leckölkanal 22 ermöglicht. Dieser Leckölkanal 22 ist ferner mit dem ersten Steuerraum 11 verbunden, wobei die Verbindung durch das Pumpen-Steuerventil 6 unterbrochen werden kann.

In Fig. 1 schließen sich an den Steuerraum 19 nach unten in Form einer hydraulischen Übersetzung zwei Kolben 23, 24 mit dazwischen geschaltetem Druckraum 25 an. Zwischen Ventiltglied 26 und Kolben 24 ist ein weiterer Kolben 27 angeordnet, welcher über eine Dichtfeder 28 das Ventiltglied 26 in seine geschlossene Stellung vorspannt.

In Fig. 2 ist in vergrößerter Ansicht das Zusammenwirken zwischen Pumpen-Steuerventil 6 sowie Injektor-Steuerventil 8 dargestellt. Hierbei ist in der jeweils geschlossenen Stellung der beiden Steuerventile 6, 8 zwischen diesen beiden Bauteilen ein Spalt hv ausgebildet. Desweiteren befindet sich in dem Bereich des Spaltes hv eine Steuerrante 29, entlang, welcher ein Schieberbereich 30 des Pumpen-Steuerventils 6 eingreifen kann, um hierdurch die Verbindung zwischen erstem Steuerraum 6 und Leckölkanal 22 zu unterbrechen.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Einspritzventils 1 wird als Pumpen-Steuerventil 6 ein 3/2-Sitz-Schieber-Ventil sowie als Injektor-Steuerventil 8 ein 2/2-Ventil mit Zulauf 20 und Ablaufdrossel 21 eingesetzt.

#### Wirkungsweise

Im folgenden wird anhand der Ablaufdiagramme von Fig. 3 die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Einspritzventils 1 beschrieben. Wird der Piezoaktor 3 bestromt, verschiebt sich der Kolben 4 in Fig. 1 nach rechts und bedingt mittels der hydraulischen Übersetzung 5 eine Verschiebung des Steuerventils 6 entgegen der Feder 7 nach rechts bis zur Kompensierung des Spaltes hv. Hierdurch gelangt das mit einer nicht dargestellten dezentralen Steuerpumpe verbundene Steuerrail 10 mit dem ersten Steuerraum 11 in Verbindung und beaufschlagt somit den Steuerraum 11 mit dem im Steuerrail 10 vorgegebenen Druck. Gleichzeitig wird die Leckölverbindung zwischen Leckölkanal 22 und erstem Steuerraum 11 teilweise geschlossen, so daß sich im Steuerraum 11 ein Druck aufbaut. Dieser Druck wird mittels des Kolbens 12 auf den Kolben 14 und somit auf den Druckraum 15 übertragen. Jedoch findet hierbei eine Übersetzung im Verhältnis von  $d_1/d_2$  entsprechend den Durchmessern der Kolben 12 und 14 statt. Im Druckraum 15 wird der durch das Zulaufventil 16 zugeführte Kraftstoff mittels des aufgebrauchten Druckes vom Kolben 14 unter Druck gesetzt und der Düse 18 zugeführt sowie das Ventiltglied 26 mit diesem Druck in Öffnungsrichtung hinsichtlich der Einspritzöffnung beaufschlagt.

Gleichzeitig wird jedoch auch der Druck des Steuerrails 10 auf den zweiten Steuerraum 19 und mittels der hydraulischen Übersetzung der Kolben 23, 24 sowie 27 mit einem Übersetzungsverhältnis von  $d_3/d_4$  auf das Ventiltglied 26 aufgebracht. Hierbei sind die Übersetzungsverhältnisse zwischen  $d_1/d_2$  und  $d_3/d_4$  derart gewählt, daß das Ventiltglied 26 in seiner geschlossenen Stellung verbleibt. Gleichzeitig nimmt jedoch der vom Hochdruckraum 15 übertragene Druck auf das Ventiltglied 26 weiterhin zu.

Wird nunmehr der Piezoaktor 3 stärker bestromt, so führt das Steuerventil 6 eine weitere Bewegung in Fig. 1 nach rechts aus, so daß die Verbindung zwischen erstem Steuerraum 11 und Leckölkanal 22 geschlossen wird, wodurch sich im ersten Steuerraum 11 der gleiche Druck wie im Steuerrail 10 einstellt.

Gleichzeitig wird das Steuerventil 8 entgegen der Feder 9 in Fig. 1 nach rechts bewegt und öffnet die Verbindung zwischen Auslaßdrossel 21 und Leckölkanal 22, wodurch der Druck im zweiten Steuerraum 19 abnimmt. Folglich nimmt auch der im "rechten Strang" von Fig. 1 wirkende Druck auf das Ventiltglied 26 ab, wohingegen der durch den in Fig. 1 "linken Strang" aufgebrauchte Druck auf das Ventiltglied 26 zunimmt. Demgemäß wird die Einlaßöffnung der Düse 18 geöffnet und es tritt eine Voreinspritzung VE auf, wie aus den drei Diagrammen von Fig. 3 ersichtlich ist. Wird nunmehr die Bestromung des Piezoaktors 3 reduziert, werden aufgrund der Federn 7, 9 die Steuerventile 6, 8 in ihre Zwischenstellung – Steuerventil 6 – und ihre geschlossene Stellung – Steuerventil 8 – verfahren. Gleichzeitig findet ein Druckausgleich am Ventiltglied 26 bezüglich der Drücke des linken Strangs sowie des rechten Strangs von Fig. 1 auf. Demgemäß wird das Ventiltglied 26 in seine geschlossene Stellung zurückgeführt, so daß kein weiterer Einspritzvorgang stattfindet.

Soll nunmehr die Haupteinspritzung H durchgeführt werden, muß lediglich der Piezoaktor 3 bestromt werden, so daß sich die gleichen Zustände der einzelnen Bauteile des erfindungsgemäßen Einspritzventils 1 einstellen.

dungsgemäßen Einspritzventils wie bei der Voreinspritzung VE einstellen. Hinsichtlich der Haupteinspritzung und deren Charakteristika wird wiederum auf die drei Diagramme von Fig. 3 verwiesen.

In Verbindung mit dem Düsendruck/Zeit-Diagramm von Fig. 3 ist anzumerken, daß der Druckabfall nach der Düsenöffnung sowohl bei der Voreinspritzung als auch Haupteinspritzung daraus resultiert, daß die Flüssigkeit nur mit Schallgeschwindigkeit nachförderbar ist. Daher findet nach Düsenöffnung ein Druckabfall statt, welcher erst durch Nachförderung kompensiert wird. Der Druckabfall ist hierbei bei der Haupteinspritzung größer als bei der Voreinspritzung, da ein größeres Flüssigkeitsvolumen entnommen wird.

Die vorliegende Erfindung kann selbstverständlich auch bei anders ausgestalteten Ventilen mit hydraulischen aber auch mechanischen Übersetzern verwendet werden.

Die vorhergehende Beschreibung des Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zur Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, um den Umfang der Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen.

#### Patentansprüche

1. Ventil (1) zum Steuern von Flüssigkeiten mit einem ersten Ventilelement (6), welches die Druckbeaufschlagung eines Hochdruckraumes (15) steuert, mit einem Steuerelement (3), welches die Betätigung des ersten Ventilelementes (6) steuert, und mit einem zweiten Ventilelement (8), welches die Druckbeaufschlagung eines Ventilliedes (26) steuert, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Steuerelement (3) als Piezoaktor ausgebildet ist und zusätzlich die Betätigung des zweiten Ventilelementes (8) steuert.
2. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und zweite Ventilelement (6, 8) in Reihe geschaltet sind.
3. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten und zweiten Ventilelement (6, 8) ein Spalt (hv) vorgesehen ist.
4. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten Ventilelement (6) und dem Hochdruckraum (15) ein erster Steuerraum (11) angeordnet ist, welcher durch Druck von einem Steuerrail (10) beaufschlagbar ist.
5. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Steuerraum (11) eine Druckübersetzung vom Steuerrail (10) zum Hochdruckraum (15) durchführen kann.
6. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Steuerraum (11) mit einem durch das Ventilelement (6) zu öffnenden bzw. verschließbaren Leckölkanal (22) verbunden ist.
7. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen zweitem Ventilelement (8) und Ventillied (26) ein zweiter Steuerraum (19) angeordnet ist, welcher durch Druck von dem Steuerrail (10) beaufschlagt ist.
8. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Steuerraum (19) mit einer Auslaßdrossel (21) verbunden ist, welche durch das zweite Ventilelement (8) geöffnet bzw. geschlossen wird.

9. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerrail (10) mit einer dezentralen Steuerdruckpumpe verbunden ist.

10. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Steuerraum (11) und/oder der zweite Steuerraum (19) als hydraulischer Übersetzer ausgebildet ist/sind.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

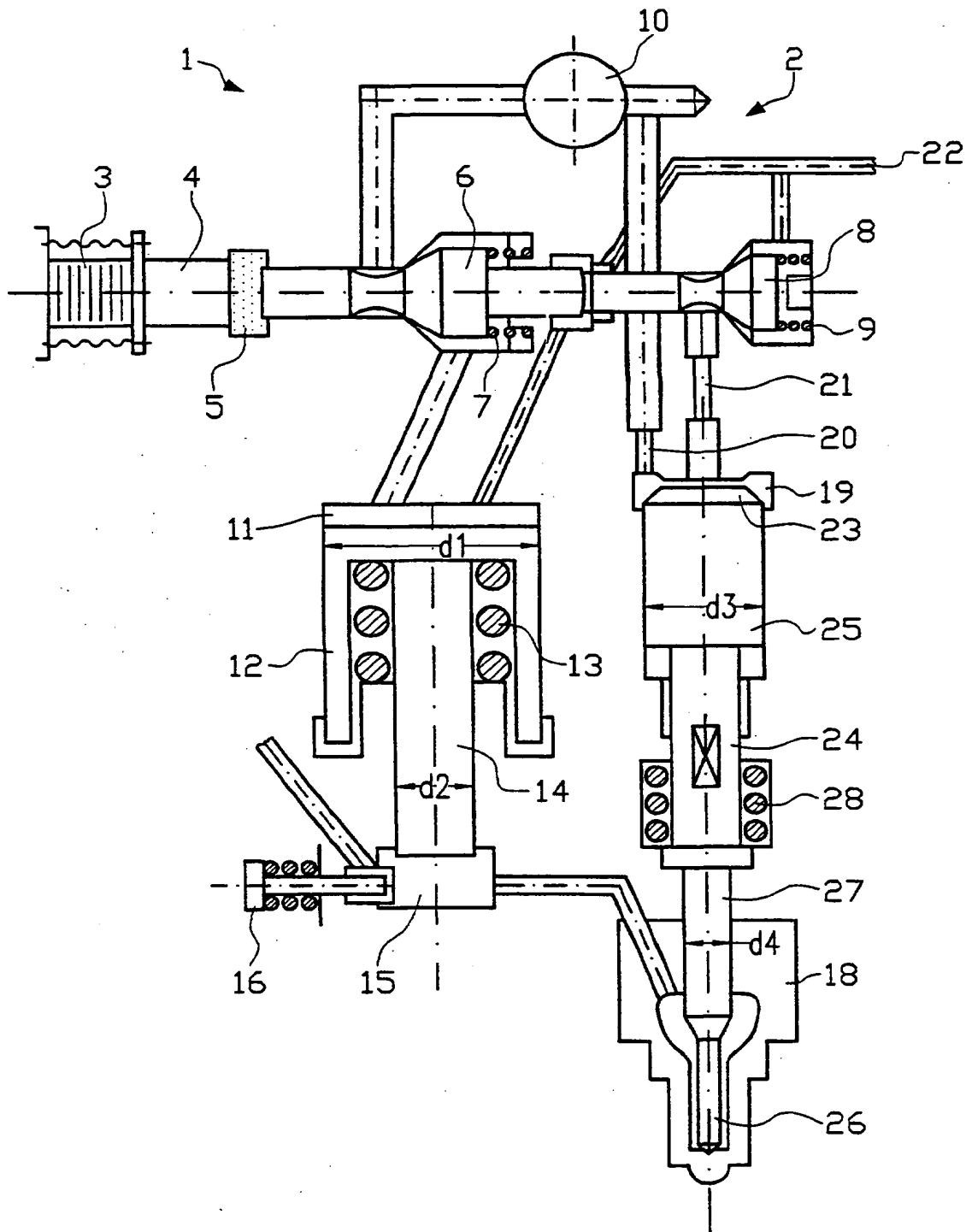


Fig.1

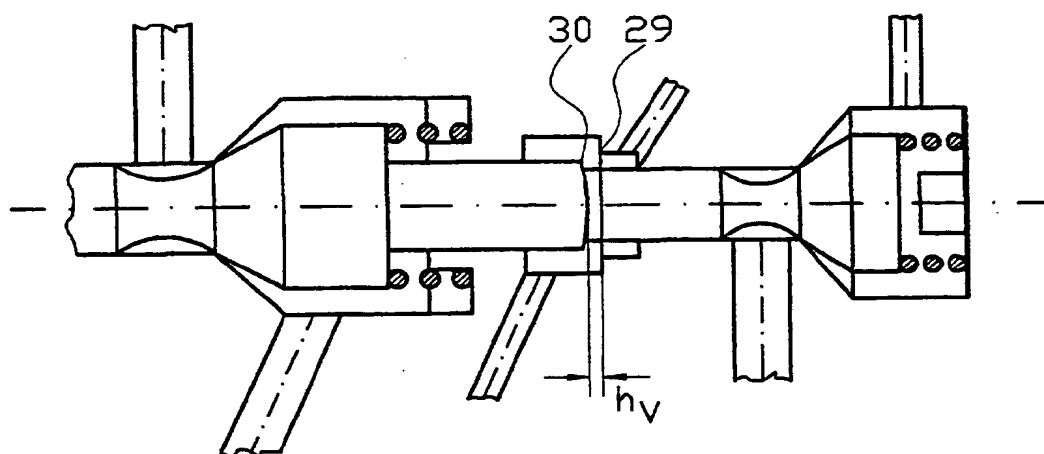


Fig.2

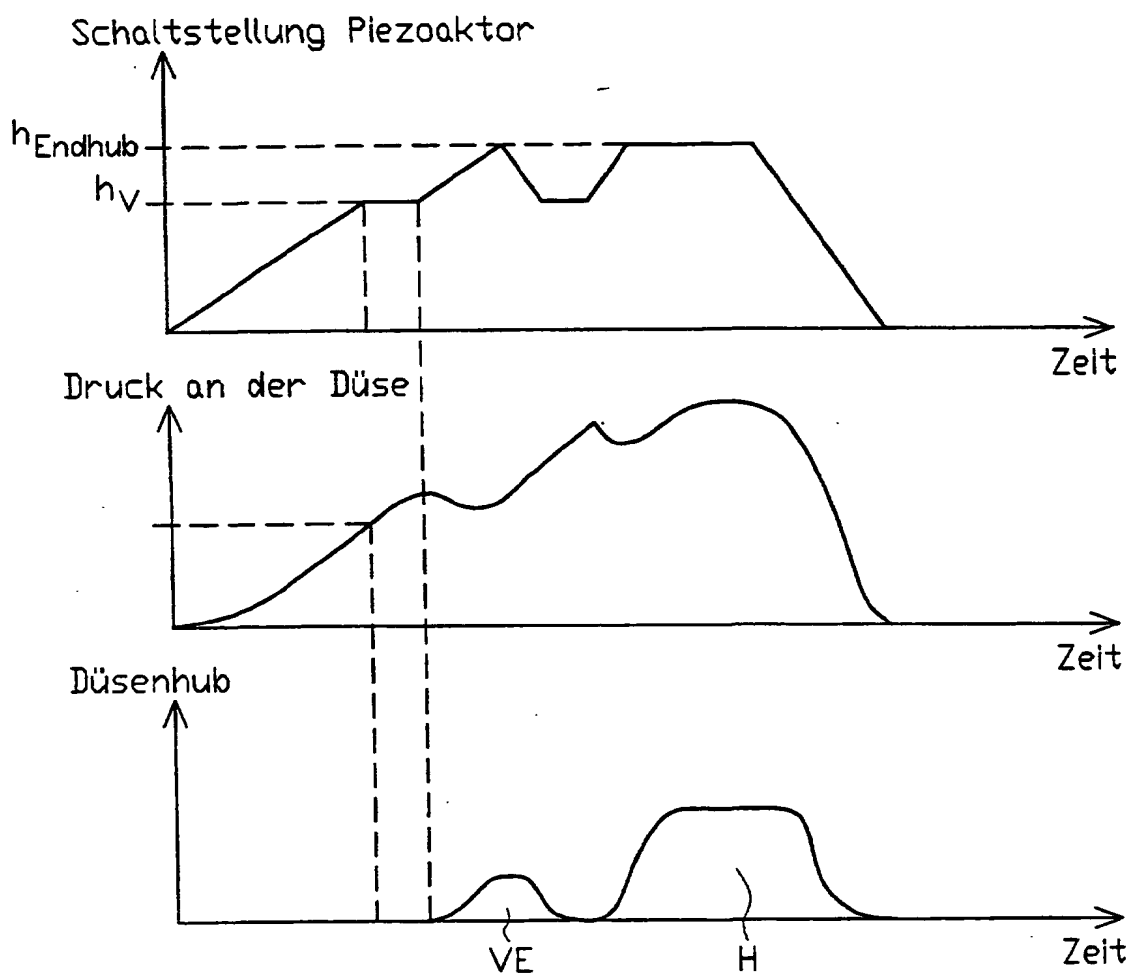


Fig.3